BDBG-09
ガンマ線の検出装置(知的)

取扱説明書

BICT.418266.006 HE

目　次

この取扱説明書は、BDBG-09γ線検出器の作動原理、適用基準、保守、保管及び輸送などについて顧客に知って頂くことを目的としています。

この取扱説明書では以下の略語を使用しています。

DER - 周辺γ線当量率（1cm当量率）

PC - パーソナルコンピュータ

1　製品の説明及び操作

1.1　BDBG-09検出器の使用目的

BDBG-09γ線検出器（以下に、検出器と云います）は、周辺γ線1 cm当量線量率（以下に、DERと云います）を測定するように設計されています。

検出器は、電算機支持放射線管理システムの一部として使用することができます。

1.2　技術仕様

1.2.1　主要な技術仕様を表1. 1に示します。

表1.1　検出器の主要な技術仕様

項目	測定単位	技術仕様に従った標準値
1　γ線DERの有効測定範囲	μSv/h	$0.05 – 10^{7}$
2　^{137}Csについて測定したγ線DER測定値の信頼性が0.95における相対基準誤差	%	15+2/$H^*(10)$ ここに、$H^*(10)$はμSv/hを単位とするDER測定値
3　測定するγ線のエネルギー範囲	MeV	0.05 – 3.00
4　0.05 MeV から 1.25 MeVまでのエネルギー範囲におけるγ線DER測定値に対する検出器のエネルギー特性	%	±25
5　検出器の“+”記号で示す基準軸に対するγ線光子の水平及び垂直入射角が+60°から - 60°の間における方向特性 ^{137}Cs 及び ^{60}Coのγ線について： ^{241}Amのγ線について：	%	 25 60
6　外部電源から供給される検出器の作動電圧	V	7 - 13
7　γ線DERの有効測定範囲において検出器が使用する最大電流値	mA	30
8　運転モード設定と検出器の測定所要最大時間	min	3
9　24時間連続測定中の表示値最大不安定性	%	5
10　-40℃から60 ℃への周辺温度変化による測定値の付加的な相対基準誤差値	%	20℃から10℃の偏倚毎に5
11　インタフェース	-	RS-485

12　取り付け金具を除いた検出器の寸法	mm	60x60x170
13　取り付け金具を除いた検出器の重量	kg	0.5

1.2.2　使用環境
1.2.2.1　天候及び他の環境因子への抵抗性を考慮すると本検出器は以下のような必要性を満足します。
1.2.2.2　検出器ユニットは、以下の環境条件の影響に対して抵抗性があります。
－　- 40 ℃から+60℃までの大気温度
－ 40℃において100%までの相対湿度、或いは低温度において非凝縮条件
－ 84 kPa から 106.7 kPaまでの大気圧
他の天候因子について考慮する必要はありません。
1.2.2.3　検出器は、正弦波振動に抵抗性があります。
1.2.2.4　検出器は、下記のような衝撃に抵抗性があります：
- 5 ms から 10 msまでの衝撃パルス幅
- 1000±10回の衝撃回数
- 100 m/s^2の最大衝撃加速度
1.2.2.5　輸送用梱包容器に収納されている検出器は以下の影響に抵抗性があります：
－ −40 ℃から+60℃までの大気温度
－ 35℃において95±3%までの相対湿度
－ 98 m/s^2の衝撃加速度、16 msの衝撃パルス幅、及び1000±10回の衝撃
1.2.2.6　検出値ユニットは、強度が400 A/mの直流磁場又は交流（50 Hz±1 Hz）磁場の影響に抵抗性があります。
1.2.2.7　検出器ユニットは、1000 Sv/hの線量率において5分間のγ線照射の影響に抵抗性があります。
1.2.2.8　検出器ユニットは、内蔵する検出器の情報に基づいて性能管理ができます。
1.1.2.9　インタフェースの免疫性に関して検出器ユニットは、電磁場中で運転されるオートメーション装置（AE）とみなされます。
1.1.2.10　検出器ユニットは、等級IIの耐震性を有し、硬度は 3 (設計高度は70 mまで).

1.3　検出器ユニットの納入品目
検出器ユニットの納入品目は、以下の部品や保守用文書を含みます。
1.3.1 BICT.418266.008 BDBG-09検出器ユニット　1個
1.3.2 BICT.745265.001コーベル.　1個
1.3.3 BICT.418266.006 HE 取扱説明書　1部
注： 検出器の使用者毎に1部
1.3.4 BICT.418266.006 ΦO ログブック　1部
1.3.5 BICT.412915.003 梱包箱　1個
1.3.6 BICT.412911.001 組立部品キット (APK)　1個
注：
1　APKは、システムに取り付けて接続ケーブルを調製するために提供されています。Belden 8102ケーブル（キットに含まれず）が推奨されます。
2　接続ケーブルは別途発注により提供されます。
1.3.7　検出器ユニットの較正と試験用のBICT.412919.001工学キットは別途発注により提供されます。

1.4　検出器ユニットの設計と作動原理

1.4.1　設計概要

検出器ユニット（図1）は検出器（1）、接続ケーブル（2）、戻り止め（3）、及び検出器を壁面に固定するために使用するコーベル（4）からなります。

図 1

検出器ユニットの外郭（図2）はベース（1）及び円筒（2）からなる二つの部分で構成されます。電子回路要素を含むプリント回路基板（3）はベース（1）の底部に取り付けられています。絶縁材（4）がプリント回路基板（3）の上部にあって円筒（2）内部に固定しています。外部電気接続（5）がベース（1）の底部に4本のねじで固定されています。検出器ユニットは円形のゴム製パッド（6）密封され、外部の気象因子の影響から防護しています。

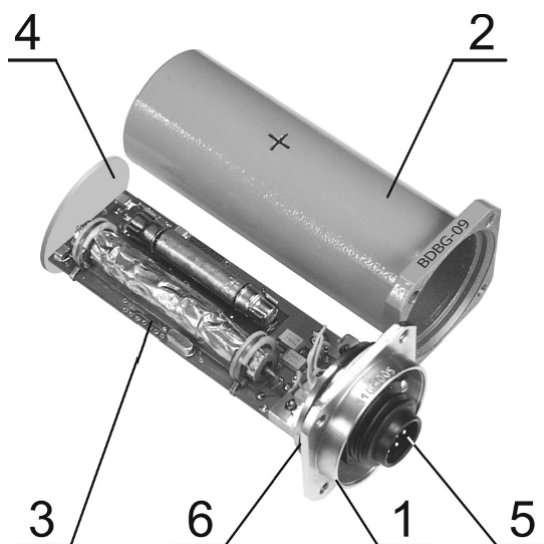



図 2

1.4.2　検出器の作動原理

検出器ユニットは、マイクロコントローラ、高感度計数管、低感度計数管、高電圧発生器、及びRS-485インタフェースで構成されています。

検出器ユニットの作動は、γ線の入射を電圧パルス流として検出器出力とすることに基づいています。高感度(СБМ-20)及び低感度(СИ 3БГ)ガイガーミューラ計数管が検出器として使用されています。

検出器からのパルス流をマイクロコントローラが処理してγ線DER値を求めます。マイクロコントローラはまた、γ線DER測定値に対する統計的誤差の最大値を計算します。同時に、マイクロコントローラは検出器の電源を供給し、検出器の動作を制御しています。

データ表示システムによって求められると、マイクロコントローラはRS-485インタフェースを通じて応答します。応答には、γ線DERの現在値、測定値の統計誤差最大値、及び検出器の作動状態などに関する情報を含みます。

不揮発性メモリは、マイクロコントローラの一部分であり、較正計数を記憶しています。これらの計数には検出器の測定範囲内における感度依存性と直線性などについて評価し、補正することを可能にしています。もし、データ表示システムから要求があれば、マイクロコントローラはRS-485インタフェースを通じて現状の較正計数について送信するか、不揮発性メモリに記憶するために新しい較正計数を受信します。この通信方法については付録Cに記載しています。

供給電圧発生器は外部電源を検出器ユニット回路の二次部分への供給電圧である3.3Vに変圧し、また、高感度及び低感度計数管の陽極電圧を発生します。

1.5　測定器具、工具及び装置

1.5.1　検出器ユニットの管理、設定及び修理に必要な測定器具、工具及び装置の一覧を表 1.2 に示します。

表 1.2　測定器具、工具及び装置の一覧

項目	標準規格或いは主要な技術仕様
1　^{137}Cs線源を装備したОСГИ型特殊試験ユニット	測定点におけるγ線DER測定値が50 μSv/h から 100 μSv/h までであること
2　ストップウォッチ	測定範囲が 1 秒から 59 分まで
3　В7-21А ディジタル電流計	測定電流範囲が10^{-7} A から1 Aまで
4　ИПУ-12У2 直流電源	出力電圧が0 V から 30 V まで 出力電流が0 A から 2.5 Aまで
5　УПГД-3В 標準測定装置	γ線DER測定範囲が0.8 μSv/h から 1.0 Sv/hまで
6　工学セット	BICT.412919.001 BICT.468353.001 シリアルポートアダプター BICT.436231.001 パワーユニット BICT.685621.002 サービスケーブル BICT.685622.002 サービスケーブル BICT.467371.001 ソフトウェアCD
7　パーソナルコンピュータ	IBM-互換性電算機、シリアルポート、Windows OS、 関連ソフトウェア
注： 指定された精度を有するならば、他の測定器具を使用することが許されます。	

1.6　証票と封印

1.6.1　検出器ユニットの場合は、製造業者の設計文書に従って刻字されています。証票には以下の刻字が含まれています：

－ 製造業者の商標
－ 検出単位の記号及び形式
－ 測定の基準方向を示す"+"記号
－ 製造業者の番号方式に従う製品番号
－ 仕様の表示
－ 形式承認表示
－ EANバーコード記号
－ 一致記号
－ 検出器ユニットの防護等級であるIP67；粉塵が中に入らない（耐塵形）一時的に一定水圧の条件に水没しても内部に浸水することがない（防浸形）
－ 製造日付

注： 技術仕様、製造業者の商標、accordance mark、形式承認記号、防護等級、及びバーコード記号等は検出器ユニットの個別梱包に印刷することができます。

1.6.2　装置の封印は、製造業者によって行われます。
1.6.3　封印の除去と再封印は装置の修理を行った事業者によって行われます。
1.6.4　輸送容器の証票には、主票（荷受人と送付先）、副票（発送人と発送元）及び記事（総重量と正味重量 kg）などの主要記載事項及び取扱記号第1号 “壊れ物-取扱注意”、第3号 “ぬれ禁止”、第11号 “天地無用”などを含みます。
検出器の種類（BDBG-09）及び梱包箱中の商品台数は主要記載事項の下に表示されます。
検出器を収納した輸送容器は製造業者の品質管理部の責任者によって封印されます。

1.7　梱包

1.7.1　検出器ユニットと保守文書は特別なボール箱に収納され、輸送用のプラスティック袋に入れてから熔封します。
1.7.2　輸送にあたって検出器ユニットはユニット化された輸送容器(箱)中に収納されます。この箱の壁、底、及び蓋の内面は波型ボール紙板を取り付けなければなりません。
注：他の形式のユニット化容器も利用可能です。

2　適切な使用方法

2.1　運転制限

2.1.1　検出器ユニットは適切に運転されなければならない複雑な電子装置です。
2.1.2　顧客がこの検出器を使用する前に、この取扱説明書を勉強してください。検出器ユニットの技術文書に記述されている全ての要求事項は正確に満足されなければなりません。
2.1.3　本検出器ユニットは本取扱説明書の第1.2.2項に概説する使用条件から外れることが無いようにしなければなりません。

2.2　検出器ユニットを運転する準備

2.2.1　安全対策
2.2.1.1　検出器ユニットには人に障害を与える電圧に触れるような露出部品がありません。
2.2.1.2　検出器ユニットの較正と試験中に、もし電離放射線源を伴って運転する場合には放射線安全性について妥当な規則に従わなければなりません。
2.2.2.2　一時的に使用停止された検出器ユニットを使用する前には、再利用するため運転性を点検します。
2.2.2.3　検出器ユニットを再生して運転に戻したらログブックに記録します。

2.2.3　検出器入ユニットのスイッチオンとし、検出器ユニットの運転性を試験する手引き。
2.2.3.1　パソコン上で運転されるデータ表示システムの運転を以下に従って準備してください：
－ BICT.468353.001電源ユニット、BICT.685621.002 及び BICT.685622.002サービスケーブルが付属したシリアルポートアダプター（以降、アダプターと云います）を開梱する
－ アダプターを電源ユニットに接続する
－ アダプターをパソコンの空いたシリアルポートにBICT.685622.002サービスケーブルを使って接続する
警告！！ アダプターをパソコンのRS-232シリアルポートに接続することは、アダプターとパソコンのスイッチがオフの場合にのみ行えます。さもなければ、アダプターとパソコンのシリアルポートが破損する可能性があります。
注： パソコンにはWindowsのOSと工学ソフトウェアがインストールされていなければなりません。特製のソフトウェアは付録 Aの記述に従ってインストールしなければなりません。
2.2.3.2　検出器ユニットを運転するための準備は以下のように行ってください：
－ 検出器ユニットを開梱する
－ 検出器ユニットをアダプターにBICT.685621.002サービスケーブルを使って接続する
2.2.3.3　パソコンのスイッチをオンにし、アダプターの電源ユニットを(220±22) V商用電源に接続します。BDBG.exeを立上げ、以下に従ってγ線DER測定の準備をしてください：
－ **Setup** tabにおいてアダプターを接続してあるシリアルポートを選択する
－ **Work** tabに進み、**Measurement**ボタンを押す
2.2.3.4　室内のγ線DERバックグラウンドを測定します。このためには、パソコン上のBDBG.exeプログラムの**MEASURED RATE**領域に測定されたDERの想定値が現れるまで待ちます。DER測定で数値の確率（測定結果の誤差が装置仕様以内）は黒く表示されます。バックグラウンドレベルとして想定される数値を得るまで約180秒待ちます。もし、DER測定が安定しており、DERが自然のバックグラウンドに近ければ、測定値の統計誤差を低減する機会を与えるための累積時間は420秒にもなります。ADR数値が増加すれば、累積時間は1秒にも低下します。

2.2.4　可能性の有る故障と故障対策
2.2.4.1　可能性のある故障と故障対策を表2. 1に示します。

表2.1　可能性のある故障と故障対策のリスト

故障	可能性のある原因	故障対策
1　検出器ユニットがデータ表示システムからのプロトコルに対応しない	1　検出器ユニットとデータ表示システムを接続するケーブルの損傷	1　ケーブルを修理する
2　高感度計数管の損傷情報（検出ユニットの自己点検結果におけるD0表示）	2　検出ユニットの一部である高感度計数管の損傷	2　検出器を修理のために製造業者に返送する
3　低感度計数管の損傷情報（検出ユニットの自己点検結果におけるD1表示）	3　検出ユニットの一部である低感度計数管の損傷	3　検出器を修理のために製造業者に返送する

2.2.4.2　表2. 1に示した故障が解決できないか、又はより複雑な故障を見つけた場合には、検出器ユニットは修理のために製造業者に返送しなければなりません。

2.3　検出器ユニットの使用

2.3.1　検出器ユニットの使用中における安全対策

2.3.1.1　検出器ユニットの使用中における安全対策は本取扱説明書の第2.2.1項を完全に満たします。

2.3.1.2　検出器ユニットは保守要員が直接取り扱っても危険ではなく、環境に優しいものです。

2.3.2　検出器ユニットの運転手順

2.3.2.1　検出器ユニットの組み立て

検出器ユニットの組み立ては以下の手順で行います：

- 検出器ユニットと壁面に固定するためのコーベルを開梱する
- コーベルを壁面に垂直に取り付ける
- コーベルに検出器ユニットを取り付ける
- ケーブルを所定の位置に取り付ける

2.3.2.2　γ線DERの測定

データ表示システムから検出器システムに電源が供給された後、検出器システムは（30秒以内に）γ線DERの自動測定を開始し、データ表示システムからのプロトコルを処理します。

測定されたγ線DERレベルについて確からしさ（証明されている誤差以内）の情報が、DERレベルがバックグラウンドに近づいてから3分以内に表示ユニットに現れます。γ線DERレベルが増えると測定時間は短くなります。

3　保守

3.1　検出器ユニットの技術的保守

3.1.1　概説

検出器ユニットの技術的保守を通じての手順の一覧、順番と特殊性などを表3.1に示します。

表3.1　保守を通じての手順の一覧

手順の一覧	保守の形態			取扱説明書 項目番号
	実施時期during		長期 保管中	
	日常的	周期的 (年間)		
外観検査	-	+	+	3.1.3.1
納入品目点検	-	-	+	3.1.3.2
運転性点検	+	+	+	3.1.3.3
損傷塗装の補修	-	+	+	3.1.3.4
性能試験	-	+	+	3.2
運転記録表への記録	-	+	-	3.1.3.5

注： “+”記号は、手順が保守形態において適用されることを意味し、“-”記号は手順が適用されないことを示します。

3.1.2　安全対策
保守作業中の安全対策は本取扱説明書第2.2.1項に記載の安全対策と同一です。
3.1.3　検出器ユニットの保守手順
3.1.3.1　外観検査
3.1.3.1.1　検出器ユニットの外観検査は以下の順番で行わなければなりません：
a)　検出器ユニットの表面の技術的条件の点検、封印の完全性、引っかき傷や腐食の徴候及び表面損傷のないことの確認
b)　ケーブル接続部分における接続状態の点検
雨中で使用され、或いは除染などの特別な処理を行った場合には金属部分を油布で拭います。

3.1.3.1.2　もし必要であれば、検出器ユニットのケースや部品表面の除染を行います。
検出器ユニットの部品表面は除染用溶液を用いて除染します。
除染溶液として、硼酸水溶液（H_3BO_3 12〜16 g/·）を使用することが推奨されます。
次のような除染溶液の使用も許されます：
- クエン酸の5%エチルアルコール（96%C_2H_5OH）溶液
- 硼酸 16 g/ℓ、$Na_2S_2O_3$-$5H_2O$ - 1%水溶液
- 標準的合成洗剤

検出器ユニットの除染作業を通じて除染剤の消費量は0.2ℓであります。除染作業には、綿製タンポン、外科用ゴム手袋、及び下敷きを用います。除染には、除染溶液で湿らせた布で汚染された表面を残らず拭い、それから温水で湿らせた布、更に乾燥した布で拭います。
注意：
1 検出器ユニットの除染に先立ち、棉手袋、（外科用）ゴム手袋を装着し、化学溶液を取り扱う場合の安全対策を守ります。
2 検出器ユニットの除染操作は電離放射線測定装置について確立された手順に従って行うことができます。

3.1.3.2　納入品目の確認
検出器ユニットの納入品目が第1.3節に従って揃っていることを確認します。検出器ユニットの技術状態、部品の取り付け状態、及び保守文書の存在を確認します。
3.1.3.3　検出器ユニットの運転性確認
3.1.3.3.1　検出器ユニットの運転性確認は使用中に自動的に行われます。長期保管中における検出器ユニットの運転性確認は第2.2.4項に従って行われます。
3.1.3.3.2　修理前における故障の有無判断
検出器ユニットを修理のために返送する必要性と修理の態様は以下の定義を用いて判断します。
- 寿命中修理について：
  - a)　検出器ユニットの定期的検定において標準性能値の偏倚
  - b)　気密性及び測定値の正確な表示に影響しないケーブル又は接続の軽微な損傷
- 重大な修理について：
  - a)　少なくとも一つの計測不能チャネル
  - b)　検出器ユニットケース又はケーブルの気密性に影響する機械的な損傷

3.1.3.4　損傷した塗装の補修
検出器ユニットケースの損傷した塗装の補修はHЦ-1125エナメルを用いて行います。ラッカー塗装の著しい変化を避けるため、色調を慎重に選択します。
3.1.3.5　運転記録表における作業の記録
検出器ユニットの実際の運転時間をログブックの11章に記録します。

3.2　検出器ユニットの試験

検出器ユニットの試験は、以下に示す“試験手順”に従って行われます。

検出器ユニットは製造し、及び修理した後に試験されなければなりません。使用中の検出器ユニットは少なくとも毎年一回定期的試験を行わなければなりません。

3.2.1　試験手順

試験中には表3.2に示す手順を実行しなければなりません。

表3.2　試験手順

手順項目	取扱説明書の関連項目.
1　外観検査	3.2. 4.1
2　試験	3.2. 4.2
3　γ線DER測定値の相対基準誤差の計算	3.2.4.3

3.2.2　試験装置

試験中には以下の測定器具及び装置を使用しなければなりません：

- УПГД-3В Х∂1.456.183 ТУ標準装置
- ТУ 201 УССР 23ストップウォッチ
- В7-21Aディジタル電圧計
- МВ-4М吸引式乾湿計
- М-67アネロイド制御気圧計
- Windows OS、特製ソフトウェアをインストールし、空いたシリアルポートを有するIBM互換パソコン
- 以下の品目を含むBICT.412919.001特別セット
  BICT.468353.001　シリアルポートアダプター
  BICT.436231.001　電源ユニット
  BICT.685621.002　サービスケーブル
  BICT.685622.002　サービスケーブル
  BICT.467371.001　工学ソフトウェアを収録したCD

指定された精度に適合すれば、その他の測定装置を使用することも可能です。

3.2.3　試験条件

試験は以下の条件下で行わなければなりません：

- (20±5)℃の周辺大気温度
- (65±15) %の相対湿度
- 84 kPa から 106.7 kPaまでの大気圧
- 0.25 μSv/h以下の自然γ線バックグラウンド
- (12.0±0.5) Vの範囲の供給電源電圧

3.2.4　試験手順

3.2.4.1　外観検査

検出器ユニットの外観検査中には以下の必要事項を満足しなければなりません：

- 納入品目はBICT. 418266.006 ФОログブックの第3章に記載を満足していること
- 標章が正確であること
- 品質保証部の封印が破られていないこと
- 検出器ユニットには性能に影響するような機械的損傷がないこと

注： 納入品目の点検は製造者によってのみ行われます。

3.2.4.2　試験

検出器ユニットは本取扱説明書第2.2.3項に従って試験されなければなりません。

3.2.4.3　γ線測定値相対基準誤差の計算

3.2.4.3.1　УПГД-3В標準γ線照射装置を準備します。

3.2.4.3.2　γ線光子が検出器の中心に入射するようにУПГД-3Bホールダ中に検出器を固定します。検出器の中心はケース上に«+»記号で表示されています。

3.2.4.3.3　本取扱説明書第2.2.3.1項の記載に従って、パソコン制御データ表示システムを準備します。BICT.685621.002サービスケーブルを用いて検出器ユニットをアダプターに接続し、本取扱説明書第2.2.3.3項に従って操作します。

3.2.4.3.4　室内のγ線バックグラウンドDERについて10秒間の間隔で、5回の測定が3分間内に行われます。

3.2.4.3.5　測定値をプロトコルに記録します。次に式を用いてγ線DERの平均値を計算します。

$$\overline{\dot{H}^{*}} = \frac{\sum_{i=1}^{5} \dot{H}^{*}_{i}(10)}{5} \qquad (3.1)$$

3.2.4.3.6　検出器を取り付けたУПГД-3В架台を、^{137}Cs線源からのγ線DERが$\dot{H}^{*}_{0}(10)$ = (0.8±0.1) μSv/hとなる位置に設置します。

3.2.4.3.7　DERについて10秒間の間隔で、5回の測定が3分間内に行い、結果をプロトコルに記録します。

3.2.4.3.8　γ線DER $\overline{\dot{H}^{*}}(10)$をマイクロシーベルト毎時を単位として次の式を用いて計算します。

$$\overline{\dot{H}^{*}}(10) = \overline{\dot{H}^{*}_{\Sigma}}(10) - \overline{\dot{H}^{*}_{\Phi}}(10) \qquad (3.2)$$

ここに、

$\overline{\dot{H}^{*}_{\Sigma}}(10)$は、検出器ユニットによる線源と外部γ線バックグラウンドとからなり式（3.1）で計算されたμSv/h単位の表示平均値：

$\overline{\dot{H}^{*}_{\Phi}}(10)$は、検出器ユニットによる室内γ線バックグラウンドのμSv/h単位の表示平均値

3.2.4.3.9　γ線DER測定値の相対基準誤差を手順（ГОСТ 8.207-76文書）に従って、%単位で計算します。

3.2.4.3.10　測定結果の相対ランダム誤差の信頼度（$\delta\overline{H}^{*}(10)$）を次の式を用いて計算します。

$$\varepsilon = t \cdot S \qquad (3.3)$$

ここに、

信頼度P=0.95、n=5におけるスチューデント計数t=2.78：

Sは、次の式で計算した測定値の相対標準平方偏差：

$$S = \frac{1}{\overline{H}^{*}(10)} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(H^{*}_{i}(10) - \overline{H}^{*}(10)\right)^{2}}{n(n-1)}} \qquad (3.4)$$

3.2.4.3.11　次に式を使って測定結果の limit of relative residual bias を計算します。

$$\Theta = 1{,}1\sqrt{\left(\frac{\overline{H}^{*}(10) - H^{*}_{0}(10)}{H^{*}_{0}(10)}\right)^{2} + \left(\frac{\delta H^{*}_{0}(10)}{2}\right)^{2}} \qquad (3.5)$$

ここに、

$\delta H^{*}_{0}(10)$は、УПГД-3В におけるγ線 DER 測定値の limit of basic relative permissible error です。

3.2.4.3.12　もし、$\frac{\Theta}{S} < 0.8$であれば、$\delta \overline{H}^*(10) = \varepsilon \cdot 100$となります。

3.2.4.3.13　もし、$\frac{\Theta}{S} > 8$であれば、$\delta \overline{H}^*(10) = \Theta \cdot 100$となります。

3.2.4.3.14　もし、$0.8 < \frac{\Theta}{S} < 8$であれば、$\delta \overline{H}^*(10) = K \cdot S_\Sigma \cdot 100$であり、ここに、
K は、ランダム誤差と残留バイアスの比に依存する計数で次の式で計算されます。

$$K = \frac{\varepsilon + \Theta}{S + \frac{\Theta}{\sqrt{3}}}, \qquad (3.6)$$

S_Σは、測定結果の全標準偏差であって次の式で推定されます。

3.2.4.3.15　検出器を取り付けた УПГД-3В 架台を、^{137}Cs 線源からのγ線 DER が$\dot{H}^*{}_0(10)$ = (8.0 ±1.0) µSv/h となる位置に設置します。BDBG.exe プログラムウィンドウの **MEASURED RATE** 領域に表示されるγ線 DER 測定値の確率が表示された後に測定結果を求めなければならない点を除いて、本取扱説明書第 3.2.4.3.7 - 3.2.4.3.14 項に記載される手順を実行します。数値の確率はγ線 DER 測定値と共に黒色で表示されます。

3.2.4.3.16　検出器を取り付けたУПГД-3В架台を、^{137}Cs線源からのγ線DERが$\dot{H}^*{}_0(10)$ = (80.0 ±10.0) µSv/hとなる位置に設置します。BDBG.exeプログラムウィンドウの**MEASURED RATE**領域に表示されるγ線DER測定値の確率が黒色で表示された後に、10秒の間隔でγ線DERを5回測定します。測定結果をプロトコルに記録し、本取扱説明書第3.2.4.3.7 - 3.2.4.3.14項に記載される手順を実行します。

3.2.4.3.17　^{137}Cs線源からのγ線DERが$\dot{H}^*{}_0(10)$ = (800.0±100.0) µSv/hとなる条件で本取扱説明書第3.2.4.3.16の手順を実行します。

3.2.4.3.18　^{137}Cs線源からのγ線DERが$\dot{H}^*{}_0(10)$ = (8±0.1) mSv/hとなる条件で本取扱説明書第3.2.4.3.16の手順を実行します。

3.2.4.3.19　^{137}Cs線源からのγ線DERが$\dot{H}^*{}_0(10)$ = (80±1) mSv/hとなる条件で本取扱説明書第3.2.4.3.16の手順を実行します。

3.2.4.3.20　^{137}Cs線源からのγ線DERが$\dot{H}^*{}_0(10)$ = (800±10) mSv/hとなる条件で本取扱説明書第3.2.4.3.16の手順を実行します。

3.2.4.3.21　^{137}Cs線源からのγ線DERが$\dot{H}^*{}_0(10)$ = (8±0.1) Sv/hとなる条件で本取扱説明書第3.2.4.3.16の手順を実行します。

3.2.4.3.22　もし、$\dot{H}^*(10)$をµSv/hを単位とするγ線DER測定値とする場合に、それぞれのγ線DERレベルにおける測定値の相対基準誤差が$15+2/\dot{H}^*(10)$を超えなければ、検出器ユニットは試験に合格したものと見なされます。

3.2.4.4　試験結果の告示

3.2.4.4.1　初期試験及び定期的試験の結果は以下のように告示されます：

1)　初期試験結果は、ログブックに「検査合格書」として記録されます
2)　定期的試験結果は、定められた書式の証明書に記録されます

3.2.4.4.2　試験手順の必要性を満たさない検出器ユニットは製造と使用を認められず、不適格証明を受けることになります。

4　修理

4.1　検出器ユニットの修理は以下の住所にある製造機関によって行われます。

PE "SPPE "Sparing-Vist Center"
33 Volodymyr Velyky Str.,
Lviv 79026, Ukraine
Tel.: (+38032) 242 15 15, fax: (+38032) 242 20 15.

5　保管および長期保管処置

5.1　検出器ユニットが使用される前には梱包されて特別の条件に保持された製造業者の倉庫に保管されなければなりません。保管される期間は1年間を越えてはなりません。輸送期間は装置の保管期間に含まれるものとします。

5.2　もし、保管期間を延長する必要があり、又は、保管条件を前項の記述より厳格にする必要があれば、お客様は検出器ユニットのご利用を一時的に停止する必要があります。一時的な使用停止するにはB3-10規格に従った保護対策をお勧めします。一次停止時に使用するシリカゲルは布或いは紙製の袋に入れておくことをお勧めします。２回以上の一時的停止は許されないものとします。長期保管に入る前、或いは再使用される前にシリカゲルは乾燥しておかなくてはなりません。検出器ユニットの再停止を含めた全保管期間は10年を超えてはなりません。

6　輸送

6.1　検出器ユニットは、本取扱説明書第1.2.2.5項に述べているものに似た条件で輸送されなければなりません。

Ошибка! Ошибка связи.　検出器ユニットは、鉄道、自動車、船舶、及び航空機で輸送することが可能です。鉄道で輸送する場合には、検出器ユニットを箱型車輌に収容することが必要です。自動車で輸送する場合には、セダン或いはバンに収容することが必要です。水上輸送では、船倉に、空路輸送では与圧室に収容することが必要です。

6.3　検出器ユニットの輸送中には梱包に記載されている取扱注意事項を遵守しなければなりません。

6.4　製造者による梱包中にある検出器ユニットの輸送全所要時間は一ヶ月を越えてはなりません。

7　廃棄処分

検出器ユニットの廃棄処分は以下のように行います：

- 金属はリサイクルか溶融処分、プラスティック部品は投棄処分。
- 検出器ユニットの廃棄処分は取扱い当事者にとって危険ではなく、環境に優しくなっています。
- 検出器ユニットは、製造業者が定めた手順に従って解体しなければなりません。

付録　A
工学ソフトウェア
BDBG.EXEプログラム
取扱いガイド

1　工学ソフトウェアは、BDBG-09検出器ユニットによって測定されたγ線DERと周辺温度値を検出器ユニットの一連番号を添えてリアルタイムに表示し、検出器ユニットの較正係数やアドレスを変更するために開発されたものです。

注： 検出器ユニットに周辺温度検出器が内蔵されている場合に限ります。

2　工学ソフトウェアは、BDBG-09 検出器ユニットの修理及び試験を行う業者や機関によって利用できます。

3　工学ソフトウェアは、OSとしてWindows 98以降のバージョンを搭載したIBM互換パソコン上で利用できます。

4　BDBG-09 検出器ユニットとパソコンの接続や、BDBG-09の電源供給はRS-232 ⇔RS-485 或いは USB ⇔ RS-485 インタフェースを使って行います。

5　特別ソフトウェアは以下を含みます：

ー　bdbg.exeプログラム
ー　PortTalkドライバー
ー　USBシリアルコンバータードライバー
ー　USBシリアルポートドライバー

6　工学ソフトウェアのインストール

6.1　Windows NT、 Windows 2000 又は Windows XPなどをOSとする場合には、bdbg.exeプログラムのプロパティモードに対してPortTalkドライバーをインストールします。

Windows 98 又は Windows MEをOSとする場合には、PortTalkドライバーのインストールは必要がありません。もし、BDBG-09検出ユニットがUSB ⇔ RS-485インタフェースアダプターを用いてパソコンと接続されていれば、USB コンバータとUSB シリアルポートドライバーを追加してインストールする必要があります。

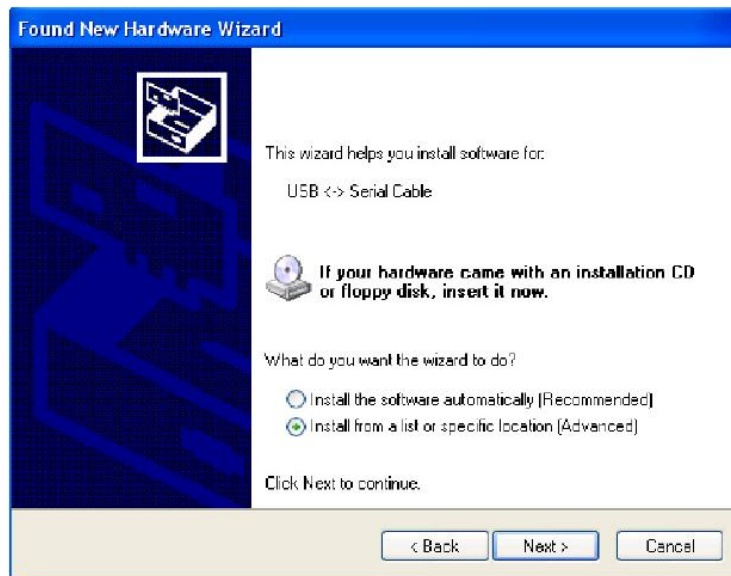
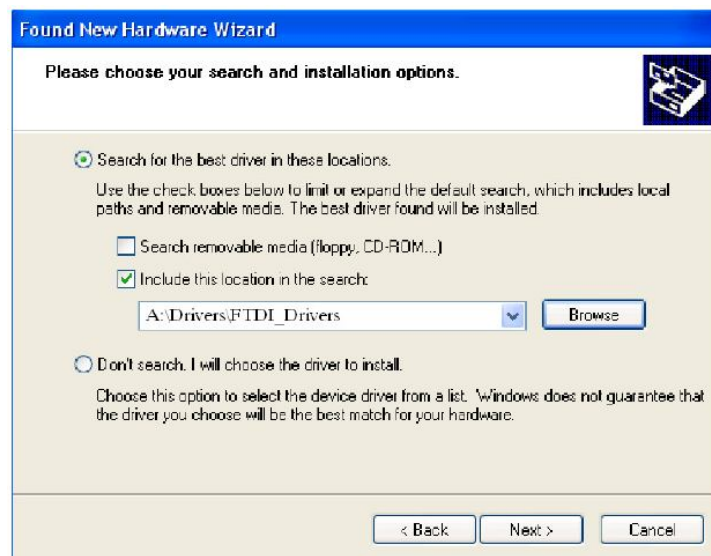
6.2　PortTalkドライバーのインストールは以下のように行います：

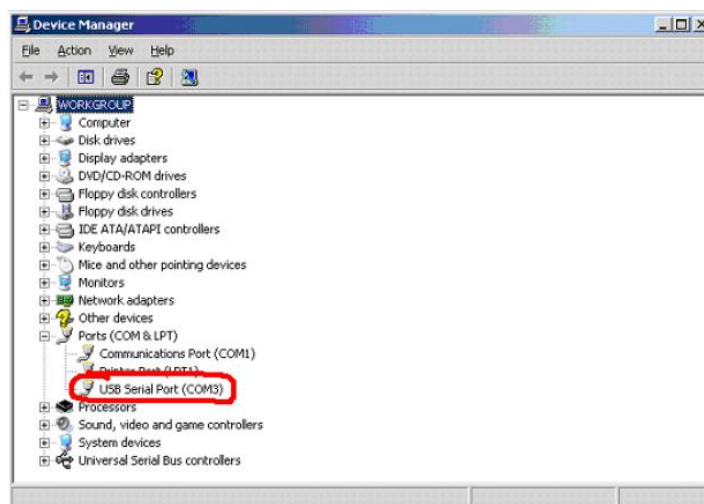
- インスタレーションディスクのDrivers¥PortTalkホールダを開きます
- porttalk.sysファイルを windows¥system32¥driversホールダにコピーします
- porttalk.regファイルをダブルクリックしてデータをレジストリに再コピーします
- パソコンを再起動します

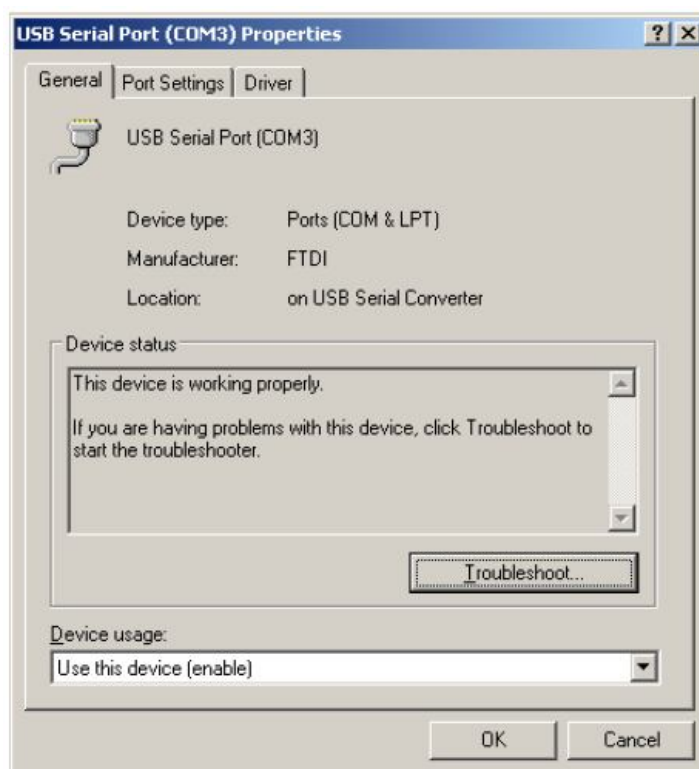
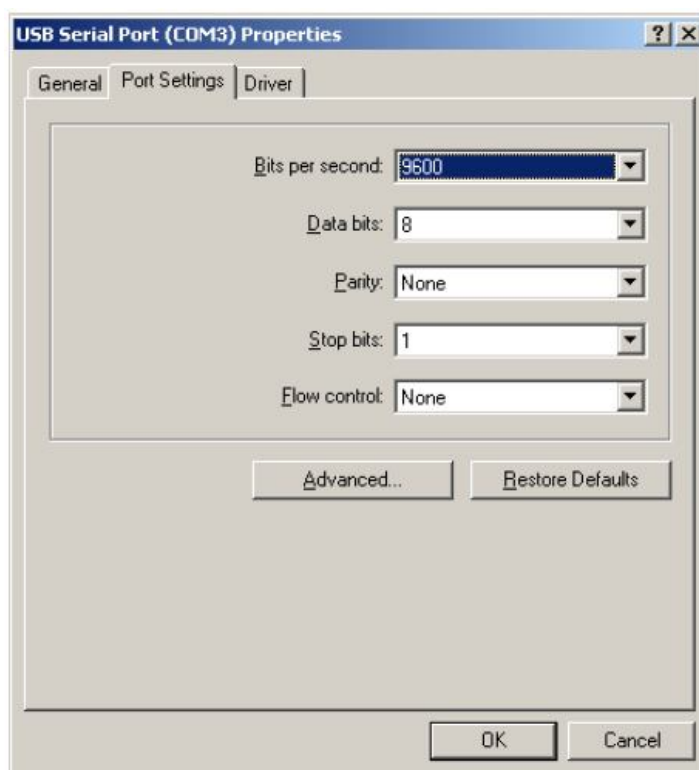
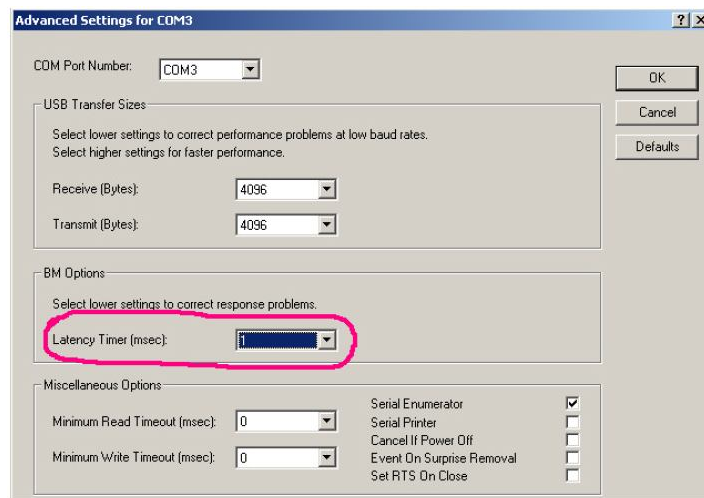
PortTalkドライバーをアンインストールするには、uninstall.exeプログラムを立ち上げます。

注： もし、Windows NT、 Windows 2000 又はWindows XPをOSとするパソコンにPortTalkドライバーをインストールせずにbdbg.exeプログラムを立ち上げると、”**Couldn't access PortTalk Driver, Please ensure driver is loaded**”のメッセージが現れます。

6.3　USB シリアルコンバーターやUSB シリアルポートドライバーは以下のようにインストールします。USB ⇔ RS-485インタフェースアダプターをパソコンの空いているUSBコネクターに接続します。これで、新しいハードウェアの検索ウィザードが立ち上ります。

注： Windows XPシステムの場合にはドライバーがインストールされたことが示されます。

Install from a list or specific location (Advanced)を選択し、Next>をクリックします。

現れたウィンドウにおいて、インストール CD として **Drivers¥FTDI_Drivers を指定し、進めるには Next>**をクリックします。USB シリアルコンバータードライバーがうまくインストールされていれば、以下のウィンドウが現れます。

Finishボタンをクリックした後、Found New Hardware WizardがUSBシリアルポートドライバーを自動的にインストールします。手順は、前述のシリアルポートドライバーの場合と同じです。その結果として、パソコンのデバイスリストにUSBシリアルポートが作られます。

bdbg.exe プログラムを適切に機能させるために、USB シリアルポートの **Latency Timer のプロパティを最低値である 1mS に設定します。以下のように実行します：**

- **Properties** ボックスを開く；**USB Serial Port (COM__)**

- Port Settings のタブを選択します。

- Advancedをクリックします。

- **Latency Timer の数値を 1 mS** に変更します
- **OK** をクリックして入力を終わります

7　工学的ソフトウェアの削除

7.1　光学的ソフトウェアを削除するには、PortTalkドライバーをアンインストールします。これを行うには、インストール用ディスクのDrivers¥PortTalkホールダからuninstall.exeを立上げます。

7.2　もし、USB シリアルコンバーターとUSB シリアルポートドライバーがインストールされていたら、インストール用CD内のDrivers¥FTDI_Driversホールダ内にあるftdiunin.exeプログラムを立ち上げてそれらをアンインストールする必要があります。

8　Bdbg.exeプログラム

8 Bdbg.exe program

8.1　bdbg.exeが問題なく立ち上るとプログラムウィンドウが表示され、**Setup** tabが現れます。（図A.1）

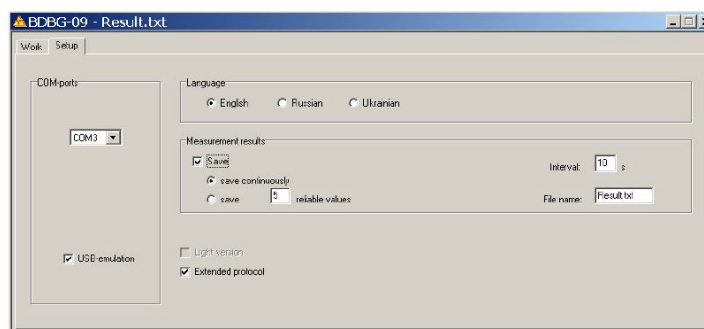



図 A.1　**Setup** tab がアクティブになった Bdbg.exe プログラム

まず、英語、ロシア語、ウクライナ語の中から使用する言語を選択します。

次に、検出器ユニットが接続に使っているCOM-portを選択します。COM-portがUSB経由でエミュレートされていれば、USB-emulationのチェックボックスを選択します。もし、誤ったCOM-portが選択されると相当するメッセージが現れます。

Measurement results欄は、測定結果をテキストファイルとしてディスクに保存させます。ファイルの名前は相当する入力ライン中に設定されます。測定結果を保存するには、**Save**のチェックボックスを選択して、保存モートとして**save continuously** 又は **save N reliable values**を選

び、保存間隔を秒単位で設定します。先に保存されている測定結果は、（Notepadのような）閲覧や編集ができるテキストファイルで見ることができます。bdbg.exeプログラムを使って保存された測定結果の実例を付録 Cに示します。

Light versionインジケーターは、低感度計数管なしに日常使用するBDBG-09検出器ユニットと一緒に使用します。

Extended protocolインジケーターは、拡張プロトコル（v1.3）を用いる検出器ユニットで測定できます。

bdbg.exeプログラムを終了した後に、選択した全ての設定は**bdbg.ini**ファイルに保存され、次回にプログラムを立ち上げると全てがbdbg.exeに含まれています。

次に、**Work** tabを選択します（図A.2）。

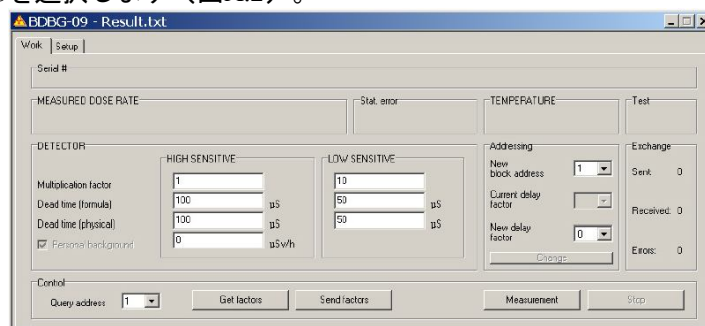



図 A.2　**Work** tab を立ち上げた bdbg.exe プログラムのウィンドウ

以下のようにグループ分けされたデータがモニタに表示されます。

- **Serial #** −検出器ユニットの一連番号を示します。
- **MEASURED DOSE RATE** −検出器ユニットから受けたDER測定結果をグレーと黒の2色で示します。測定値の最大統計誤差が技術仕様による最大許容誤差を越えている間は表示が灰色になります。数値が最大許容誤差と等しいか低くなると表示は黒色に変化します。
- **Stat. error** −DER測定値の最大統計誤差を示します。
- **TEMPERATURE**−検出器ユニットから受けた温度値を示します。もし、温度検知器が検出器ユニットに内蔵されていなければ、**"- -,- "**記号が示されます。
- **Test**−検出器ユニットの自己試験結果を示します。もし、検出器ユニットが良好に機能していれば、**OK**メッセージが示されます。高感度計数管の故障は**High sensitive**で表示され、低感度計数管の故障は**Low sensitive**で表示されます。

プログラムが開始した後、**Measurement**ボタンをクリックして検出器ユニットが交換されるまでは最初の五つのグループにはデータが含まれません。もし、交換プロセスが不完成だった場合（例えば、ケーブルが接続されていなかった）、最初の五つのグループにおける情報は消去されます。

- **DETECTOR**−検出器ユニットは高感度計数管と低感度計数管を含んでいるので、このグループでは、入力と表示がそれぞれの計数管についてサブグループに分割されています。
- **Multiplication factor** −検出器の感度を考慮した因子を示します。
- **Dead time (formula)** −測定の終わりにおいて検出器の計数応答の切断を線形化できる因子を示します。
- **Dead time (physical)** −ハードウェアで規定されるマイクロ秒単位の物理的な無応答時間を示します。
- **Personal background**・高感度計数管の個人バックグラウンド値を示します。個人バックグラウンド値はμSv/h単位で与えられ、高感度計数管から受けるDER測定結果から差し引かれます。**Personal Background**のチェックボックスの選択或いは不選択によって、古い

型式のBDBG-09検出器ユニットに互換性を与えます。最新の型式のBDBG-09検出器ユニットを用いている場合、チェックボックスを不選択とすれば較正因子の授受ができなくなります。
プログラムが始まった後に、較正因子はデフォルトとして**DETECTORグループに表示されます。検出器ユニットの不揮発性メモリに記憶された較正因子は、閲覧でき、Get factors** 及び **Send factors**ボタンを使って修正することができます。

- **Addressing**・検出器ユニットのアドレスは不揮発性メモリに記憶されます。それは、較正因子と同じように変更できます。**New block address**の入力領域に新しいアドレスを入力し、**Change** をクリックします。

注： Changeボタンをクリックした後、入力領域から**New address** と**New delay factor**が同時に検出器ユニットに発信されます。それで、**Change**をクリックする前に入力領域にある全ての数値が正しいことを確認してください。もし、検出器ユニットがv1.2プロトコルで運転されていたら、**Current delay factor** と **New delay factor**の領域は使用できず、検出器ユニットにデータは送信されません。

- **Exchange**・検出器ユニットを接続するCOM-portを交換するパラメータを示します。
- **Sent**・検出器ユニットへ送信バイトを示します。
- **Received**・検出器ユニットからの受信バイトを示します。
- **Errors**・検出器ユニットの交換における誤動作を示します。多数の誤動作は検出器ユニットとアダプター、又はアダプターとパソコンの接続ケーブルに故障が起っていることの証拠です。**Work**ウィンドウの底部に**Get factors**、 **Send factors**、 **Measurement**、**Stop**の四種類のボタン**からなるControlグループがあり、また、Query address**入力領域があります。**Query address**を利用して検出器ユニットのアドレス領域を入力します。
- ボタンは以下の機能を持ちます。
- **Get factors**・ 較正因子の受信、検出器ユニットの不揮発性メモリへの記憶及びそれらの**DETECTOR**グループでの表示を行うにはこのボタンをクリックします。もし、検出器ユニットが応答しなければ対応する診断が表示され、因子はデフォルトとして**DETECTOR**グループ表示されます。

- **Send factors**・検出器ユニットの不揮発性メモリへの較正因子の送信、**DETECTOR**グループへの表示を行うにはこのボタンをクリックします。もし、検出器ユニットが応答しなければ、対応する診断が表示されます。
- **Measurement** - 検出器ユニットに問合せ、DER測定結果の受信と表示などの連続プロセスを開始するにはこのボタンをクリックします。
- **Stop** – **Measurementボタンで開始したプロセスを終了するにはこのボタンをクリックします。このボタンをクリックしてもMEASURED RATE**、**Stat**、**error**、及び**Test** グループからのデータは削除されることはありません。

付録 B

データ表示パネルと検出器ユニットの間の通信プロトコル

B.1 Data frames exchange between the detecting unit and the data display system is done via the RS-485 interface in a half-duplex mode.
Exchange parameters:
- rate: 19200 bps;
- data word length: 8 bit;
- parity bit: none;
- stop bit: 1.

Time interval between the bytes in one frame should not exceed 1 ms. Time interval between the frames should not be less than 5 ms.

B.2 After the supply voltage from the data display system is transmitted to the detecting unit, the latter not later than in 30 s automatically starts gamma radiation DER measurement and processing of data frames form the data display system.

B.3 This detecting unit supports data communications protocol version with both 4-digit filed address (v1.2), and 8-digit field address (v1.3).

B.3.1 Communications protocol with the 4-digit field address (v1.2).
To receive the measured value of DER from the detecting unit, the data display system should transmit the **"DER query"** frame to the detecting unit. The detecting unit will respond in 5 ms to 15 ms with the **"Current DER**" frame, where current DER, maximum statistical error of its measurement, and self-testing results of the detecting unit will be displayed.
To receive the measured value of temperature from the detecting unit (with embedded temperature detector), the data display system should transmit the **"Temperature query"** frame to the detecting unit. The detecting unit will respond in 5 ms to 15 ms with the **"Current temperature**" frame, where current temperature and condition of the temperature detector will be given.

To receive the current calibration factors from the detecting unit, the data display system should transmit the **"Current factors query"** frame to the detecting unit. Within 500 ms the detecting unit will respond with the **"Factors"** frame, where the current calibration factors will be given.
To change the calibration factors, the data display system should transmit the **"New factors"** frame to the detecting unit. Within 500 ms the detecting unit will respond with the "**Confirmation of factors"** frame with the displayed results of calibration factors reception. In the event of successful reception, the detecting unit records them in the nonvolatile memory, and, not later than in 30 s, starts measurement of gamma radiation DER using new factors.

To receive the serial number of the detecting unit, the data display system should transmit the **"Serial # query"** frame to the detecting unit. The detecting unit will respond in 5 ms to 15 ms with the **"Serial #"** frame with the displayed serial number.
To change the address of the detecting unit, the data display system should transmit the **"Address change"** frame to the detecting unit. In 5 ms to 500 ms the detecting unit will respond with the **"Confirmation"** frame. *Caution!* In the address field of the **"Confirmation"** frame the old value of address will be recorded. In the event of successful reception of a new value, the detecting unit records it in the nonvolatile memory, and not later than in 5 s starts responding to the frames with a new address.

To make operation with several detecting units (up to 15 units) easier that are simultaneously connected to the data display system via single RS-485 interface, the **0Fh** broadcast address is

provided. The use of this address is permitted only in the **"DER query"**, **"Temperature query"** and **"Serial # query"** frames. All detecting units respond to the query with such address (broadcast query).

When the detecting units respond to the broadcast query, each of them does it with delay T, which is calculated by the formula:
$T = 5mS + Adr * 8mS$, (B.1)
where Adr is the address of the detecting unit.

The broadcast query also enables easy realization of autodetection of the detecting units that connect/disconnect to/from the data display system in the process of system operation.

"DER query" frame format –the data display system to the detecting unit

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
0	1	0	1	0	1	0	1	Byte 55h – start-of-frame character Byte AAh
1	0	1	0	1	0	1	0	
0	0	0	0	A3	A2	A1	A0	D7...D4 – **"DER query"** frame code D3...D0 – address *

* - **0Fh** address – broadcast address. All detecting units respond to the query with such address.
"Current DER" frame format –the detecting unit to the data display system
* - **0Fh** address – broadcast address. All detecting units respond to the query with such address.
"Current DER" frame format –the detecting unit to the data display system
* - measurement result is accepted as false if the statistical error of measurement exceeds maximum permissible error of
measurement

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
0	1	0	1	0	1	0	1	Byte 55h – start-of-frame character Byte AAh
1	0	1	0	1	0	1	0	
0	0	0	1	A3	A2	A1	A0	D7...D4 – **"Current DER"** frame code D3...D0 – detecting unit address
DER0 (low byte)								DER, fixed point number, low-order digit value (LDV) = 0.01 µSv/h
DER1								
DER2								
DER3 (high byte)								
Byte								Statistical error of measurement
D7	0	0	0	0	D2	D1	D0	D0,D1 – self-testing results of the detecting unit D0=1 – failure of the high sensitivity detector D1=1 – failure of the low sensitivity detector Reliable measurement result character D2=0 – result is true D2=1 – result is false * D7=0 – LDV DER = 0,01 µSv/h D7=1 – LDV DER = 0,1 µSv/h
control								arithmetical checksum with a carry

* - measurement result is accepted as false if the statistical error of measurement exceeds maximum permissible error of measurement

"Temperature query" frame format – the data display system to the detecting unit (for the detecting units with embedded temperature detector)

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
0	1	0	1	0	1	0	1	Byte 55h – start-of-frame character
1	0	1	0	1	0	1	0	Byte AAh
1	0	0	0	A3	A2	A1	A0	D7…D4 – **"Temperature query"** frame code D3…D0 – detecting unit address *

* - **0Fh** address – broadcast address. All detecting units respond to the query with such address.

"Current temperature" frame format – the detecting unit to the data display system

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
0	1	0	1	0	1	0	1	Byte 55h – start-of-frame character
1	0	1	0	1	0	1	0	Byte AAh
1	0	0	0	A3	A2	A1	A0	D7…D4 –**"Temperature"** frame code D3…D0 – detecting unit address
2^3	2^2	2^1	2^0	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}	2^{-4}	Temperature, binary number
D7	X	X	X	S	2^6	2^5	2^4	S=0-above-zero temperature S=1-below-zero temperature D7=0-normal operation of thermal detector D7=1-failure of thermal detector
control								arithmetical checksum with a carry

"New factors" frame format –the data display system to the detecting unit

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
0	1	0	1	0	1	0	1	Byte 55h – start-of-frame character
1	0	1	0	1	0	1	0	Byte AAh
0	0	1	0	A3	A2	A1	A0	D7…D4 – **"New factors"** frame code D3…D0 – detecting unit address
mantissa high byte								Multiplication factor of the high sensitivity detector (float MSP430)
exponent								
mantissa low byte								
mantissa middle byte								
mantissa high byte								Dead time (formula) of the high sensitivity detector (float MSP430)
exponent								
mantissa low byte								
mantissa middle byte								
low byte								Dead time (physical) of the high sensitivity detector (word)
high byte								
low byte								Dead time (physical)-3 of the high sensitivity detector (word)
high byte								
mantissa high byte								Background/K of the high sensitivity detector (float MSP430)
exponent								
mantissa low byte								
mantissa middle byte								
mantissa high byte								Personal background of the high sensitivity detector (float MSP430)
exponent								
mantissa low byte								
mantissa middle byte								
mantissa high byte								Multiplication factor of the low sensitivity detector (float MSP430)
exponent								
mantissa low byte								
mantissa middle byte								
mantissa high byte								Dead time (formula) of low sensitivity detector (float MSP430)
exponent								
mantissa low byte								
mantissa middle byte								
low byte								Dead time (physical) of the low sensitivity detector (word)
high byte								
low byte								Dead time (physical)-3 of the low sensitivity detector (word)
high byte								
mantissa high byte								Background/K of the low sensitivity detector (float MSP430)
exponent								
mantissa low byte								
mantissa middle byte								
control								arithmetical checksum with a carry

"Confirmation" frame format –the detecting unit to the data display system

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
0	1	0	1	0	1	0	1	Byte 55h – start-of-frame character
1	0	1	0	1	0	1	0	Byte AAh
1/0	0	1	1	A3	A2	A1	A0	D7 = 0 – normal operation D7 = 1 – error D6…D4 – **"Confirmation"** frame code D3…D0 – detecting unit address

"Current factors query" frame format –the data display system to the detecting unit

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
0	1	0	1	0	1	0	1	Byte 55h - start-of-frame character
1	0	1	0	1	0	1	0	Byte AAh
0	1	0	0	A3	A2	A1	A0	D7…D4 - **"Current factors query"** frame code D3…D0 - detecting unit address

"Factors" frame format – the data display system to the detecting unit

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
0	1	0	1	0	1	0	1	Byte 55h - start-of-frame character
1	0	1	0	1	0	1	0	Byte AAh
0	0	1	0	A3	A2	A1	A0	D7...D4 - **"Factors"** frame code D3...D0 - detecting unit address
mantissa high byte								Multiplication factor of the high sensitivity detector (float MSP430)
exponent								
mantissa low byte								
mantissa middle byte								
mantissa high byte								Dead time (formula) of the high sensitivity detector (float MSP430)
exponent								
mantissa low byte								
mantissa middle byte								
low byte								Dead time (physical) of the high sensitivity detector (word)
high byte								
low byte								Dead time (physical)-3 of the high sensitivity detector (word)
high byte								
mantissa high byte								Background/K of the high sensitivity detector (float MSP430)
exponent								
mantissa low byte								
mantissa middle byte								
mantissa high byte								Personal background of the high sensitivity detector (float MSP430)
exponent								
mantissa low byte								
mantissa middle byte								
mantissa high byte								Multiplication factor of the low sensitivity detector (float MSP430)
exponent								
mantissa low byte								
mantissa middle byte								
mantissa high byte								Dead time (formula) of the low sensitivity detector (float MSP430)
exponent								
mantissa low byte								
mantissa middle byte								
low byte								Dead time (physical) of the low sensitivity detector (word)
high byte								
low byte								Dead time (physical)-3 of the low sensitivity detector (word)
high byte								
mantissa high byte								Background/K of the low sensitivity detector (float MSP430)
exponent								
mantissa low byte								
mantissa middle byte								
control								arithmetical checksum with a carry

"Serial # query" frame format – the data display system to the detecting unit

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
0	1	0	1	0	1	0	1	Byte 55h – start-of-frame character
1	0	1	0	1	0	1	0	Byte AAh
0	1	0	1	A3	A2	A1	A0	D7…D4 – **"Serial # query"** frame code D3…D0 – detecting unit address *

* - **0Fh** address – broadcast address. All detecting units respond to the query with such address.

"Serial #" frame format – the detecting unit to the data display system

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
0	1	0	1	0	1	0	1	Byte 55h – start-of-frame character
1	0	1	0	1	0	1	0	Byte AAh
0	1	0	1	A3	A2	A1	A0	D7…D4 – **"Serial #"** frame code D3…D0 – detecting unit address *
Serial No._0 (low byte)								Serial No. of the detecting unit
Serial No._1								
Serial No._2								
Serial No._3 (high byte)								
control								arithmetical checksum with a carry

"Address change" frame format – the data display system to the detecting unit

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
0	1	0	1	0	1	0	1	Byte 55h – start-of-frame character
1	0	1	0	1	0	1	0	Byte AAh
0	1	1	0	A3	A2	A1	A0	D7…D4 – **"Address change"** frame code D3…D0 – current address of the detecting unit
0	0	0	0	NA3	NA2	NA1	NA0	D3…D0 – new address of the detecting unit
control								arithmetical checksum with a carry

"Confirmation" frame format –the detecting unit to the data display system

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
0	1	0	1	0	1	0	1	Byte 55h – start-of-frame character
1	0	1	0	1	0	1	0	Byte AAh
1/0	0	1	1	A3	A2	A1	A0	D7 = 0 – normal operation D7 = 1 – error D6…D4 – **"Confirmation"** frame code D3…D0 – OLD address of the detecting unit

“**Serial # query**” frame format – the data display system to the detecting unit

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
0	1	0	1	0	1	0	1	Byte 55h - start-of-frame character
1	0	1	0	1	0	1	0	Byte AAh
0	1	0	1	A3	A2	A1	A0	D7…D4 – **"Serial # query"** frame code D3…D0 – detecting unit address *

* - **0Fh** address – broadcast address. All detecting units respond to the query with such address.

“**Serial #**” frame format – the detecting unit to the data display system

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
0	1	0	1	0	1	0	1	Byte 55h - start-of-frame character
1	0	1	0	1	0	1	0	Byte AAh
0	1	0	1	A3	A2	A1	A0	D7…D4 – **"Serial #"** frame code D3…D0 – detecting unit address *
Serial No._0 (low byte)								Serial No. of the detecting unit
Serial No._1								
Serial No._2								
Serial No._3 (high byte)								
control								arithmetical checksum with a carry

“**Address change**” frame format – the data display system to the detecting unit

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
0	1	0	1	0	1	0	1	Byte 55h - start-of-frame character
1	0	1	0	1	0	1	0	Byte AAh
0	1	1	0	A3	A2	A1	A0	D7…D4 – **"Address change"** frame code D3…D0 – current address of the detecting unit
0	0	0	0	NA3	NA2	NA1	NA0	D3…D0 – new address of the detecting unit
control								arithmetical checksum with a carry

“**Confirmation**” frame format –the detecting unit to the data display system

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
0	1	0	1	0	1	0	1	Byte 55h - start-of-frame character
1	0	1	0	1	0	1	0	Byte AAh
1/0	0	1	1	A3	A2	A1	A0	D7 = 0 - normal operation D7 = 1 - error D6…D4 – **"Confirmation"** frame code D3…D0 - OLD address of the detecting unit

“Serial # query” frame format – the data display system to the detecting unit

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
0	1	0	1	0	1	0	1	Byte 55h – start-of-frame character
1	0	1	0	1	0	1	0	Byte AAh
0	1	0	1	A3	A2	A1	A0	D7…D4 – **“Serial # query”** frame code D3…D0 – detecting unit address *

* - **0Fh** address – broadcast address. All detecting units respond to the query with such address.

“Serial #” frame format – the detecting unit to the data display system

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
0	1	0	1	0	1	0	1	Byte 55h – start-of-frame character
1	0	1	0	1	0	1	0	Byte AAh
0	1	0	1	A3	A2	A1	A0	D7…D4 – **“Serial #”** frame code D3…D0 – detecting unit address *
Serial No._0 (low byte)								Serial No. of the detecting unit
Serial No._1								
Serial No._2								
Serial No._3 (high byte)								
control								arithmetical checksum with a carry

“Address change” frame format – the data display system to the detecting unit

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
0	1	0	1	0	1	0	1	Byte 55h – start-of-frame character
1	0	1	0	1	0	1	0	Byte AAh
0	1	1	0	A3	A2	A1	A0	D7…D4 – **“Address change”** frame code D3…D0 – current address of the detecting unit
0	0	0	0	NA3	NA2	NA1	NA0	D3…D0 – new address of the detecting unit
control								arithmetical checksum with a carry

“Confirmation” frame format –the detecting unit to the data display system

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
0	1	0	1	0	1	0	1	Byte 55h – start-of-frame character
1	0	1	0	1	0	1	0	Byte AAh
1/0	0	1	1	A3	A2	A1	A0	D7 = 0 – normal operation D7 = 1 – error D6…D4 – **“Confirmation”** frame code D3…D0 – OLD address of the detecting unit

B.3.2 Communications protocol with the 8-digit field address (v1.3).
To receive the measured value of DER from the detecting unit, the data display system should transmit the **“DER1 query”** frame to the detecting unit. The detecting unit will respond in 5 ms to 15 ms with the **“Current DER1**” frame, where current DER, maximum statistical error of its measurement, and self-testing results of the detecting unit will be displayed.

To receive the measured value of temperature from the detecting unit (with embedded temperature detector), the data display system should transmit the **“Temperature1 query”** frame to the detecting unit. The detecting unit will respond in 5 ms to 15 ms with the **“Current temperature1**” frame, where current temperature and condition of the temperature detector will be given.

To receive the current calibration factors from the detecting unit, the data display system should send the **“Current factors1 query”** frame to the detecting unit. Within 500 ms the detecting unit will respond with the **“Factors1”** frame, where the current calibration factors will be given.
To change the calibration factors, the data display system should transmit the **“New factors1”** frame to the detecting unit. Within 500 ms the detecting unit will respond with the “**Confirmation of factors1”** frame with the displayed results of calibration factors reception. In the event of successful reception, the detecting unit records them in the nonvolatile memory, and, not later than in 30 s, starts measurement of gamma radiation DER using new factors.

To receive the serial number of the detecting unit and the response delay factor to broadcast query, the data display system should send the **“Serial #_1 query”** frame to the detecting unit. The detecting unit will respond in 5 ms to 15 ms with the **“Serial #_1”** frame with the displayed serial number and the response delay factor to the broadcast query.
To change the address of the detecting unit and the response delay factor to the broadcast query, the data display system should transmit the **“Address1 change”** frame to the detecting unit. In 5 ms to 500 ms the detecting unit will respond with the **“Confirmation1”** frame. *Caution!* In the address field of the **“Confirmation1”** frame the old value of address will be recorded. In the event of successful reception of a new value and response delay factor to the broadcast query, the detecting unit records it in the nonvolatile memory, and not later than in 5 s starts responding to frames with a new address.

To make operation with several detecting units (up to 255 units) easier that are simultaneously connected to the data display system via single RS-485 interface, the 0FFh broadcast address is provided. The use of this address is permitted only in the **“DER1 query”**, **“Temperature1 query”** and **“Serial #_1 query”** frames. All detecting units respond to the query with such address (broadcast query).

When the detecting units respond to the broadcast query, each of them does it with delay T, which is calculated by the formula:
$T = 5 \text{ mS} + t \times 8 \text{ mS}$, (B.2)
where
t –response delay factor to the broadcast query (0…255).

The broadcast query also enables easy realization of autodetection of the detecting units that connect/disconnect to/from the data display system in the process of system operation.

"DER1 query" frame format –the data display system to the detecting unit

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
0	1	0	1	0	1	0	1	Byte 55h - start-of-frame character Byte AAh
1	0	1	0	1	0	1	0	
0	1	1	1	0	0	0	0	D7…D4-protocol v1.3 character
address								D7…D0- detecting unit address *
0	0	0	0	0	0	0	0	D7…D0-**"DER1 query"** frame code
control								arithmetical checksum with a carry

* - 0FFh address – broadcast address. All detecting units respond to the query with such address.

"Current DER1" frame format –the detecting unit to the data display system

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
0	1	0	1	0	1	0	1	Byte 55h - start-of-frame character Byte AAh
1	0	1	0	1	0	1	0	
0	1	1	1	0	0	0	0	D7…D4- protocol v1.3 character
address								D7…D0- detecting unit address
0	0	0	0	0	0	0	1	D7…D0-**"Current DER1"** frame code
DER0 (low byte)								DER, fixed point number, low-order digit value = 0.01 µSv/h
DER1								
DER2								
DER3 (high byte)								
Byte								Statistical error of measurement
D7	0	0	0	0	D2	D1	D0	D0,D1 - self-testing results of the detecting unit D0=1 - failure of the high sensitivity detector D1=1 - failure of the low sensitivity detector Reliable measurement result character D2=0 - result is true D2=1 - result is false * D7=0 - LDV DER = 0,01 µSv/h D7=1 - LDV DER = 0,1 µSv/h
control								arithmetical checksum with a carry

* - measurement result is accepted as false if the statistical error of measurement exceeds maximum permissible error of measurement

"Temperature1 query" frame format – the data display system to the detecting unit (for the detecting units with embedded temperature detector)

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
0	1	0	1	0	1	0	1	Byte 55h – start-of-frame character
1	0	1	0	1	0	1	0	Byte AAh
0	1	1	1	0	0	0	0	D7…D4- protocol v1.3 character
address								D7…D0- detecting unit address*
0	0	0	0	1	0	0	0	D7…D0-**"Temperature1 query"** frame code
control								arithmetical checksum with a carry

* - **0FFh** address – broadcast address. All detecting units respond to the query with such address.

"Current temperature1" frame format – the detecting unit to the data display system

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
0	1	0	1	0	1	0	1	Byte 55h – start-of-frame character
1	0	1	0	1	0	1	0	Byte AAh
0	1	1	1	0	0	0	0	D7…D4- protocol v1.3 character
address								D7…D0- detecting unit address
0	0	0	0	1	0	0	0	D7…D0-**"Temperature1 query"** frame code
2^3	2^2	2^1	2^0	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}	2^{-4}	Temperature, binary number
D7	X	X	X	S	2^6	2^5	2^4	S=0-above-zero temperature S=1-below-zero temperature D7=0-normal operation of thermal detector D7=1-failure of thermal detector
control								arithmetical checksum with a carry

"New factors1" frame format –the data display system to the detecting unit

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
0	1	0	1	0	1	0	1	Byte 55h - start-of-frame character
1	0	1	0	1	0	1	0	Byte AAh
0	1	1	1	0	0	0	0	D7…D4- protocol v1.3 character
address								D7…D0- detecting unit address
0	0	0	0	0	0	1	0	D7…D0-**"New factors1"** frame code
mantissa high byte								Multiplication factor of the high sensitivity detector (float MSP430)
exponent								
mantissa low byte								
mantissa middle byte								
mantissa high byte								Dead time (formula) of the high sensitivity detector (float MSP430)
exponent								
mantissa low byte								
mantissa middle byte								
low byte								Dead time (physical) of the high sensitivity detector (word)
high byte								
low byte								Dead time (physical)-3 of the high sensitivity detector (word)
high byte								
mantissa high byte								Background/K of the high sensitivity detector (float MSP430)
exponent								
mantissa low byte								
mantissa middle byte								
mantissa high byte								Personal background of the high sensitivity detector (float MSP430)
exponent								
mantissa low byte								
mantissa middle byte								
mantissa high byte								Multiplication factor of the low sensitivity detector (float MSP430)
exponent								
mantissa low byte								
mantissa middle byte								
mantissa high byte								Dead time (formula) of low sensitivity detector (float MSP430)
exponent								
mantissa low byte								
mantissa middle byte								
low byte								Dead time (physical) of the low sensitivity detector (word)
high byte								
low byte								Dead time (physical)-3 of the low sensitivity detector (word)
high byte								
mantissa high byte								Background/K of the low sensitivity detector (float MSP430)
exponent								
mantissa low byte								
mantissa middle byte								
control								arithmetical checksum with a carry

"Confirmation1" frame format –the detecting unit to the data display system

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
0	1	0	1	0	1	0	1	Byte 55h - start-of-frame character
1	0	1	0	1	0	1	0	Byte AAh
0	1	1	1	0	0	0	0	D7…D4- protocol v1.3 character
address								D7…D0- detecting unit address
1/0	0	0	0	0	0	1	1	D6…D0-**"Confirmation1"** frame code D7 = 0 - normal operation D7 = 1 - error
control								arithmetical checksum with a carry

"Current factors1 query" frame format –the data display system to the detecting unit

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
0	1	0	1	0	1	0	1	Byte 55h - start-of-frame character
1	0	1	0	1	0	1	0	Byte AAh
0	1	1	1	0	0	0	0	D7…D4- protocol v1.3 character
address								D7…D0- detecting unit address
0	0	0	0	0	1	0	0	D7…D0-**"Current factors1 query"** frame code
control								arithmetical checksum with a carry

"Factors1" frame format – the data display system to the detecting unit

<table>
<tr><td>D7</td><td>D6</td><td>D5</td><td>D4</td><td>D3</td><td>D2</td><td>D1</td><td>D0</td><td></td></tr>
<tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>Byte 55h - start-of-frame character</td></tr>
<tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>Byte AAh</td></tr>
<tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>D7…D4- protocol v1.3 character</td></tr>
<tr><td colspan="8">address</td><td>D7…D0- detecting unit address</td></tr>
<tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>D7…D0-"Factors1" frame code</td></tr>
<tr><td colspan="8">mantissa high byte</td><td rowspan="4">Multiplication factor of the high sensitivity detector
(float MSP430)</td></tr>
<tr><td colspan="8">exponent</td></tr>
<tr><td colspan="8">mantissa low byte</td></tr>
<tr><td colspan="8">mantissa middle byte</td></tr>
<tr><td colspan="8">mantissa high byte</td><td rowspan="4">Dead time (formula) of the high sensitivity detector
(float MSP430)</td></tr>
<tr><td colspan="8">exponent</td></tr>
<tr><td colspan="8">mantissa low byte</td></tr>
<tr><td colspan="8">mantissa middle byte</td></tr>
<tr><td colspan="8">low byte</td><td rowspan="2">Dead time (physical) of the high sensitivity detector
(word)</td></tr>
<tr><td colspan="8">high byte</td></tr>
<tr><td colspan="8">low byte</td><td rowspan="2">Dead time (physical)-3 of the high sensitivity detector
(word)</td></tr>
<tr><td colspan="8">high byte</td></tr>
<tr><td colspan="8">mantissa high byte</td><td rowspan="4">Background/K of the high sensitivity detector
(float MSP430)</td></tr>
<tr><td colspan="8">exponent</td></tr>
<tr><td colspan="8">mantissa low byte</td></tr>
<tr><td colspan="8">mantissa middle byte</td></tr>
<tr><td colspan="8">mantissa high byte</td><td rowspan="4">Personal background of the high sensitivity detector
(float MSP430)</td></tr>
<tr><td colspan="8">exponent</td></tr>
<tr><td colspan="8">mantissa low byte</td></tr>
<tr><td colspan="8">mantissa middle byte</td></tr>
<tr><td colspan="8">mantissa high byte</td><td rowspan="4">Multiplication factor of the low sensitivity detector
(float MSP430)</td></tr>
<tr><td colspan="8">exponent</td></tr>
<tr><td colspan="8">mantissa low byte</td></tr>
<tr><td colspan="8">mantissa middle byte</td></tr>
<tr><td colspan="8">mantissa high byte</td><td rowspan="4">Dead time (formula) of the low sensitivity detector
(float MSP430)</td></tr>
<tr><td colspan="8">exponent</td></tr>
<tr><td colspan="8">mantissa low byte</td></tr>
<tr><td colspan="8">mantissa middle byte</td></tr>
<tr><td colspan="8">low byte</td><td rowspan="2">Dead time (physical) of the low sensitivity detector
(word)</td></tr>
<tr><td colspan="8">high byte</td></tr>
<tr><td colspan="8">low byte</td><td rowspan="2">Dead time (physical)-3 of the low sensitivity detector
(word)</td></tr>
<tr><td colspan="8">high byte</td></tr>
<tr><td colspan="8">mantissa high byte</td><td rowspan="4">Background/K of the low sensitivity detector
(float MSP430)</td></tr>
<tr><td colspan="8">exponent</td></tr>
<tr><td colspan="8">mantissa low byte</td></tr>
<tr><td colspan="8">mantissa middle byte</td></tr>
<tr><td colspan="8">control</td><td>arithmetical checksum with a carry</td></tr>
</table>

“Serial #_1 query” frame format – the data display system to the detecting unit

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
0	1	0	1	0	1	0	1	Byte 55h - start-of-frame character Byte AAh
1	0	1	0	1	0	1	0	
0	1	1	1	0	0	0	0	D7…D4- protocol v1.3 character
address								D7…D0- detecting unit address*
0	0	0	0	0	1	0	1	D7…D0-**"Serial#_1 query"** frame code
control								arithmetical checksum with a carry

* - 0FFh address – broadcast address. All detecting units respond to the query with such address.

“Serial #_1” frame format – the detecting unit to the data display system

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
0	1	0	1	0	1	0	1	Byte 55h - start-of-frame character Byte AAh
1	0	1	0	1	0	1	0	
0	1	1	1	0	0	0	0	D7…D4- protocol v1.3 character
address								D7…D0- detecting unit address
0	0	0	0	0	1	0	1	D7…D0-**"Serial#_1"** frame code
Serial No._0 (low byte)								Serial No. of the detecting unit
Serial No._1								
Serial No._2								
Serial No._3 (high byte)								
current constant								D7…D0-current response delay factor to broadcast query
control								arithmetical checksum with a carry

"Address1 change" frame format – the data display system to the detecting unit

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
0	1	0	1	0	1	0	1	Byte 55h - start-of-frame character Byte AAh
1	0	1	0	1	0	1	0	
0	1	1	1	0	0	0	0	D7…D4- protocol v1.3 character
current address								D7…D0- current address of the detecting unit
0	0	0	0	0	1	1	0	D7…D0-"**Address1 change**" frame code
new address								D7…D0- new address of the detecting unit
new constant								D7…D0- new response delay factor to broadcast query
control								arithmetical checksum with a carry

"Confirmation1" frame format –the detecting unit to the data display system

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
0	1	0	1	0	1	0	1	Byte 55h - start-of-frame character
1	0	1	0	1	0	1	0	Byte AAh
0	1	1	1	0	0	0	0	D7…D4- protocol v1.3 character
OLD address								D7…D0- OLD address of the detecting unit
1/0	0	0	0	0	0	1	1	D6…D0-"**Confirmation1**" frame code D7 = 0 - normal operation D7 = 1 - error
control								arithmetical checksum with a carry

B. 4 Checksum for data communications using both v1.2 protocol, and v1.3 protocol is calculated according to Figure B.1.

$byte_i$		D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
arithmetical summation									
$checksum_{i-1}$		D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
partial result	carry	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
arithmetical summation									carry
$checksum_i$		D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0

Figure B.1 – Checksum calculation algorithm

付録 C

Bdbg.exe プログラムによって保存される測定結果の実例
APPENDIX C

EXAMPLE OF MEASUREMENT RESULTS SAVED WITH THE HELP OF BDBG.EXE PROGRAM

```
-----------------------------------------------------------------------------------------------------
   Date        Time         Measured Dose Rate  Max. stat. error      Tests results   Temperature
-----------------------------------------------------------------------------------------------------
BDBG-09 #0308123
Response delay factor to broadcast query:1
06.04.2009   15:14:27   Factors received from detecting unit
HIGH SENSITIVE DETECTOR:
Multiplication factor: 0,33
Dead time (formula):   126
Dead time (physical):  125,6
Personal background    0
LOW SENSITIVE DETECTOR:
Multiplication factor: 42,1
Dead time (formula):   50
Dead time (physical):  49,642

BDBG-09 #0308123
Response delay factor to broadcast query:1
06.04.2009   15:14:33   Factors sent to detecting unit
HIGH SENSITIVE DETECTOR:
Multiplication factor: 0,33
Dead time (formula):   126
Dead time (physical):  125,6
Personal background    0
LOW SENSITIVE DETECTOR:
Multiplication factor: 42,1
Dead time (formula):   50
Dead time (physical):  49,642

BDBG-09 #0308123
Response delay factor to broadcast query:1
06.04.2009   15:14:34    *   0,00 µSv/h         255%                   OK
06.04.2009   15:14:44    *   0,12 µSv/h         115%                   OK             24,3
06.04.2009   15:14:54    *   0,10 µSv/h          81%                   OK             24,3
06.04.2009   15:15:05    *   0,11 µSv/h          63%                   OK             24,3
06.04.2009   15:15:15    *   0,11 µSv/h          55%                   OK             24,3
06.04.2009   15:15:24    *   0,12 µSv/h          47%                   OK             24,3
06.04.2009   15:15:34    *   0,11 µSv/h          43%                   OK             24,3
06.04.2009   15:15:44    *   0,11 µSv/h          41%                   OK             24,3
06.04.2009   15:15:55    *   0,11 µSv/h          38%                   OK             24,3
06.04.2009   15:16:05    *   0,10 µSv/h          37%                   OK             24,3
06.04.2009   15:16:14    *   0,10 µSv/h          35%                   OK             24,3
06.04.2009   15:16:24    *   0,10 µSv/h          33%                   OK             24,3
06.04.2009   15:16:34        0,10 µSv/h          32%                   OK             24,3
06.04.2009   15:16:45        0,11 µSv/h          30%                   OK             24,3
06.04.2009   15:16:55        0,10 µSv/h          29%                   OK             24,3
06.04.2009   15:17:04        0,11 µSv/h          27%                   OK             24,3
06.04.2009   15:17:14        0,11 µSv/h          26%                   OK             24,3
06.04.2009   15:17:24        0,11 µSv/h          25%                   OK             24,3
06.04.2009   15:17:35        0,12 µSv/h          24%                   OK             24,3
06.04.2009   15:17:45        0,12 µSv/h          23%                   OK             24,3
06.04.2009   15:17:55        0,11 µSv/h          23%                   OK             24,3
06.04.2009   15:23:05   Data exchange stopped
```

付録 D

BDBG-09検出器ユニットとデータパネルを接続するケーブルの選択に関する勧告

BDBG-09検出器ユニットの安定した運転と、データ表示パネルとの安定したデータ通信を確保するために、以下に示す仕様を有するケーブルを使用しなければなりません。

- ツウィステッドペアの数：2以上（使用していないペアは必ず電源のマイナス側に接続すること）
- 電線の断面積：0.22から0.75 mm^{2}まで
- インピーダンス：100 から120 Ohm まで
- シールド：あり
- シールド材料：フォイル＋銅メッキ（もし、単独の金属シールドが用いられる時は、付加的な銅メッキなしに使用が可能）
- 外径：6 から 12 mmまで（Hirschmann CA6LDコネクターにより密封）
- 機械的抵抗性及び耐候性：使用条件に依存
- 単位長さあたりの抵抗：式（D1）に従ってケーブルの長さに依存（最大利用可能電流において、検出器ユニットに必要な供給電圧に基く）

$$R_{rul} \leq \frac{U_{ci} - U_{\min}}{2 \cdot l \cdot I_{\max}}, \qquad (D.1)$$

ここに、

Rrul − 単位長さ当たりの電気抵抗、Ohm/m；
Uci – ケーブル入力電圧（13 V以下）、V;
Umin = 7 V–BDBG-09検出器ユニットの取扱説明書による最低許容電圧；
Imax = 0.03 A– BDBG-09検出器ユニットの取扱説明書による最大使用電流；
l – ケーブル長さ、 m。

- 単位長さキャパシタンス：式（D.2）に従ってケーブルの長さに依存する（一つのデータビットを転送するために必要なビルドアップ時間に依存して定められる）

$$C_{ulc} \leq \frac{1}{s \cdot 4 \cdot R_{rul} \cdot l^2}, \qquad (D.2)$$

ここに、

Culc – 単位長さキャパシタンス、F/m；
Rrul - 長さ当たりの電気抵抗、Ohm/m；
S – データ転送速度，19200 bps；
l – ケーブル長さ； m。

付録 E
BDBG-09検出器の方向特性

水平平面